

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

B41J 2/045

B41J 2/055 B41J 2/16

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99800949.0

[43]公开日 2000 年 11 月 8 日

[11]公开号 CN 1272818A

[22]申请日 1999.6.16 [21]申请号 99800949.0

[30]优先权

[32]1998.6.18 [33]JP [31]171060/1998

[86]国际申请 PCT/JP99/03198 1999.6.16

[87]国际公布 WO99/65689 日 1999.12.23

[85]进入国家阶段日期 2000.2.15

[71]申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本国大阪府门真市

[72]发明人 三木胜政 中谷将也 神野伊策

高山良一 野村幸治

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

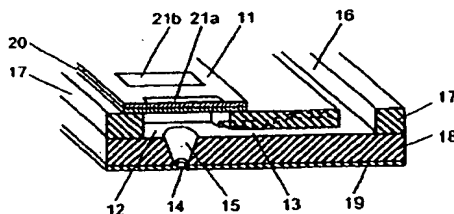
代理人 侯佳猷

权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图页数 16 页

[54]发明名称 流体喷射装置及其制造方法

[57]摘要

用于谋求喷嘴的高密度化及工序效率化喷墨的流体喷射装置及其制造方法。玻璃基板(18)上通过喷砂设有贯穿孔(15),其上直接接合第二硅基板(19)形成排出口(14)。另外,蚀刻第一硅基板(17)以形成压力室(12)、流路(13)及流体供给口(16)并与玻璃基板(18)直接接合后,在压力室(12)正上面与具有弹性体(20)的压电薄膜(11)接合。



ISSN 1000-8427 4

## 权 利 要 求 书

1. 一种流体喷射装置，其特征在于，包含有：  
至少一个腔室，系分别分割成各别状态；  
流路，系导通于前所腔室；  
吐出口，系导通于所述腔室；以及  
压力产生部，系覆盖所述腔室的一方的面、由厚度为 7 微米以下的压电材料与弹性体材料的层合体构成。
2. 如权利要求 1 所述的流体喷射装置，其特征在于：  
所述弹性材料系由厚度与所述压电材料的厚度相等或其以下的金属材料构成。
3. 如权利要求 1 所述的流体喷射装置，其特征在于：  
所述压电材料系分别被分割成与各腔室对应，且至少在所述压电材料的分割部位设有树脂材料层。
4. 如权利要求 1 所述的流体喷射装置，其特征在于：  
所述腔室、所述流路、及所述吐出口系由硅板与玻璃板的平板形状构件的层叠形成。
5. 如权利要求 1 所述的流体喷射装置，其特征在于：  
所述压电材料的主成分为  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ 。
6. 如权利要求 4 所述的流体喷射装置，其特征在于：  
所述硅板与所述玻璃板系由直接接合加以接合。
7. 一种流体喷射装置的制造方法，其特征在于，包含有：  
在第一基板形成压力室用贯穿孔及供给口用贯穿孔的工序 A1；  
接合所述第一基板与第二基板的工序 B；  
接合所述第二基板与第三基板工序 C；以及  
形成由压电材料与弹性材料之层合体构成的压力产生部工序 D。
8. 如权利要求 7 所述的流体喷射装置的制造方法，其特征在于，还包含：  
在所述第一基板中形成其一部分所述压力室贯穿孔及供给口用贯穿孔导通的流路用沟槽的工序 A2；

在所述第二基板中形成与所述第一基板接合的一侧具有较宽的圆锥的贯穿孔的工序 E;

在所述第三基板中形成吐出口用贯穿孔的工序 F。

9. 如权利要求 8 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于:

在进行了所述工序 A2 及工序 B 之后进行所述工序 A1。

10. 如权利要求 7 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于, 还包含:

在所述第一基板形成流路用贯穿孔的工序 A3;

在所述第二基板中形成与所述第一基板接合的一侧具有较宽的圆锥的贯穿孔的工序 E;

在所述第三基板, 形成吐出口用贯穿孔的工序 F;

在第四基板形成压力室用贯穿孔的工序 G; 以及

接合所述第一基板与第四基板以形成流路用沟槽的工序 H。

11. 如权利要求 10 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于:

在进行了所述工序 E 及所述工序 B 之后进行所述工序 A1 及工序 A3。

12. 如权利要求 8 或 10 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于: 进行所述工序 E 及所述工序 C, 其后进行工序 F。

13. 如权利要求 8 或 10 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于: 在进行了所述工序 C 之后进行所述工序 E 及所述工序 F。

14. 如权利要求 8 或 10 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于, 还包含:

一在进行了所述工序 E 及所述工序 F 之后、或者进行了所述工序 E 之后进行工序 C、其后研磨所述第三基板并至少使对应于第二基板中形成的贯穿孔的位置附近的厚度变薄的工序。

15. 如权利要求 8 或 10 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于: 将所述第三基板的厚度作成 50 微米以下。

16. 如权利要求 8 或 10 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于:

通过在所述工序 F 中将形成在所述第三基板的吐出口用贯穿孔的直径形成得小于一形成在所述第二基板贯穿孔的圆锥狭窄侧的直径、同时在所述工序 C 中使所述第三基板的吐出口用贯穿孔位于所述第二基板贯穿孔径的狭窄侧的大致中央部并接合。

17. 如权利要求 15 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于:

在将所述第二基板的厚度作成 0.8mm 以下的同时, 将所述第二基板所形成的圆锥状贯穿孔的宽侧的直径设为  $r_g$ 、将所述第三基板中形成的吐出用贯穿孔的直径设为  $r_s$  时, 所述第二基板形成为具有  $1.2 \times (r_g - r_s) \sim 1.9 \times (r_g - r_s)$  之厚度。

18. 如权利要求 7 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于, 还包含:

在所述第一基板中形成吐出口用沟槽并使其一部分导通于所述压力室用贯穿孔的工序 A4; 以及

在所述第二基板中形成流路用贯穿孔的工序 I。

19. 如权利要求 18 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于:

在所述工序 B 中定位接合, 以使所述第一压力室用贯穿孔及供给口用贯穿孔与所述第二基板的流路用贯穿孔在一部分导通以形成流路。

20. 如权利要求 18 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于:

在所述工序 A4 中将所述吐出口用沟槽形成为向所述第一基板的端面开口。

21. 如权利要求 18 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于, 还包含:

一在所述工序 A4 中, 通过进一步将凹型部分设在所述第一基板上、同时将所述吐出口用沟槽形成为与所述凹型部分交叉并形成与所述吐出口用沟槽长度方向大致垂直的开口部、同时将所述第一基板沿所述凹型部分且与所述开口部不接触地加以切断的工序。

22. 如权利要求 17 所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于, 还包含:

一将所述第一基板切断成与所述第一基板中形成的吐出口用沟槽的长度方向成直角的工序。

23. 如权利要求 8、10 或 18 中任一项所述的流体喷射装置的制造方法, 其特征在于:

将流路形成为所述流路之一部分之面积为吐出口面积的 0.5~1.5 倍范围。

24. 如权利要求 8、10 或 18 中任一项所述的流体喷射装置的制造方法,

其特征在于：

在所述工序 A2、所述工序 A3、或所述工序 I 中夹流路形成为愈接近所述吐出口侧其面积愈窄。

25. 如权利要求 8、10 或 18 中任一项所述的流体喷射装置的制造方法，其特征在于：

所述第一基板为硅单晶基板；所述第二基板为玻璃基板，所述第三及第四基板为玻璃或单晶硅。

26. 如权利要求 8、10 或 18 中任一项所述的流体喷射装置的制造方法，其特征在于：

所述工序 B、工序 C 及工序 H 中的接合系通过直接接合进行。

27. 如权利要求 25 所述的流体喷射装置的制造方法，其特征在于：

通过反应离子蚀刻 (RIE: Reactive Ion Etch) 进行硅基板的加工，并主要通过喷砂来进行玻璃基板的加工。

# 说明书

## 流体喷射装置及其制造方法

### 技术领域

本发明涉及一种用于喷墨型打印机的打印头等、且用来在良好控制下吐出墨水等流体的流体喷射装置及其制造方法、

### 技术背景

随着近年来信息化社会的进展，各种 OA 机器的需求迅速提高。其中，各种打印机不只是用作单纯的记录机构，且在高速印刷、高图像品质等方面的要求也愈来愈强。

在广泛普及的一般喷墨型打印机中，可高速度、且任意地进行墨水吐出的按指令方式的喷墨头是决定机器性能的关键装置。大型喷墨头系由墨水流路、用于加压墨水的压力室、激励器等墨水加压机构、以及吐出墨水的吐出口所构成。为了实现按指令方式，需要控制良好的加压机构，以往多使用通过对于墨水加热而产生的气泡吐出的方式（加热方式）、及通过压电陶瓷等的变形直接加压墨水的方式（压电方式）等。

图 11 为表示喷墨头的构成一例的立体剖面图。现有的压电式喷墨头系由压电体 111、压力室 112、流路 113、吐出口 114、流体（墨水）供给口 115、构造体 A116、构造体 B117、构造体 C118、振动板 119、及各别电极 120（120a、120b）构成。

在此，在压电体的第一面设有各别电极 120，在第二面也同样形成有电极（未图示）。压电体 111 系透过第二面的电极而与振动板 119 接合。

其次，振动板 119、构造体 A116、构造体 B117、构造体 C118 系通过粘合剂等接合而成为一层合构造。在构造体 116 的内部设有用来形成压力室 112 及流路 113 的空洞。压力室 112、流路 113、各别电极 120 等一般设有多个组，并各别地加以划分。构造体 B117 也一样，并形成有墨水供给口 115。又，在构造体 C118 上与压力室 112 的位置相对地设有吐出口 114；其系从墨水供给口 115 导入墨水，并将此墨水填充于流路 113 及压力室 112 中。

振动板 119 为导电材料，且与压电体 11 的粘接侧的电极导通。因此，通过在振动板 119 与各别电极 120 间施加电压，使压电体 111 与振动板 119 的层合部弯曲变形。此时，通过选择施加电压的电极，可使压电体 111 的任何位置，即对应于任意的压力室 112 的位置产生弯曲变形。通过由此变形推压压力室 112 内的墨水，从吐出口 114 吐出按照推压力的量的墨水。变形量因加在压电体 111 的电压而异，即，通过控制电压的大小及外加位置，可从任意位置吐出任意量的墨水。

现有的加热方式的喷墨头一般在响应速度等方面不如压电方式。一方面，采用压电方式的喷墨头时，与振动板的弯曲变形由于压电体厚度而受到限制。即，在厚度大的情况下，因压电体其本身的刚性而无法获得充分的变形。若为获得充分的变形而扩大压电体的面积，则喷墨头变大而阻碍喷嘴的高密度化，并成为增加材料成本的重要原因。另外在面积无法扩大时，为了获得充分的变形而需要更高的驱动电压。

现在，通过厚膜形成和一体烧成的技术，虽已实现了压电体厚度 20 微米左右的压电体，但为了更高的图像品质化而有必要使喷嘴高密度化。当为了喷嘴的高密度化而缩小压电体的面积时，压电体厚度的减少虽不可或缺，但在现有技术方面却对此有界限。

另外，虽为形成流路而在不锈钢等的构造体内部必需设置空洞部，但为了实现既精密且复杂的流路，却有必要更多的层叠。又，接合部的粘接材料由于长时间暴露于液体，必须从可靠性方面加以注意。

本发明的目的在于提供一种具有更高图样品质且高可靠性、低成本的喷墨头的流体喷射装置。

### 发明的揭示

本发明的流体喷射装置包含有：分别分割成各别的至少一个腔室；导通于所述腔室的流路；与所述腔室导通的吐出口；及覆盖所述腔室一方的面、由厚度为 7 微米以下的压电材料与弹性材料的层合体构成的压力产生部。

又，本发明的流体喷射装置制造方法包含有：

在第一基板上形成压力室用贯穿孔及供给口用贯穿孔的形成工序；

接合所述第一基板与第二基板的接合工序；

接合所述第二基板与第三基板的接合工序；

形成由压电材料与弹性材料的层合体构成的压力产生部以覆盖所述压力室用贯穿孔的形成工序。

又，本发明系使用用溅射法所形成的 PZT 系薄膜材料作为压电体。

又，本发明系使用硅基板及玻璃基板作为构造体，且通过蚀刻及喷砂法进行加工。

又，本发明其构造体的结合并不使用树脂，而通过表面处理及加热处理来进行直接接合。

由于这种构成，压电体可容易实现薄型化，有助于喷嘴（吐出口）的高密度化。又，硅及玻璃可通过蚀刻及喷砂一次对多个进行微细加工，可提高制品加工精度、减少生产工序。而且硅及玻璃可互相直接接合，可容易地确保对于液体的充灌的长期可靠性，同时可进行成批处理的接合，故可实现工序的简单化。

#### 附图简单说明

图 1 系本发明第一实施形态中的流体喷射装置的截面立体图；

图 2A~2D 系该压电薄膜的制造工序图；

图 3A~3E 系该硅基板加工的制造工序图；

图 4A~4E 系该吐出口形成的制造工序图；

图 5A~5D 系该流体喷射装置的制造工序图；

图 6A~6F 系硅基板加工的其他制造工序图；

图 7A~7D 系吐出口形成的其他制造工序图；

图 8 系本发明第二实施形态中的流体喷射装置的截面立体图；

图 9A~9E 系该硅基板加工的制造工序图；

图 10A~10F 系该流体喷射装置的制造工序图；

图 11 为一表示习知流体喷射装置的构成的截面立体图；

图 12 系本发明第一实施形态中已加工硅基板的俯视图；

图 13A~13E 为一表示该硅基板及玻璃基板的加工顺序的制造工序图；

图 14A~14E 为一表示该硅基板及玻璃基板的其他加工顺序的制造工序图；

第 15A、15B 图系表示本发明第二实施形态的硅基板的加工状态。

#### 用以实施发明的最佳形态



## 第一实施形态

图 1 为一表示使用硅、玻璃及压电薄膜的流体喷射装置一例的截面立体图。

如图 1 所示,本实施形态的流体喷射装置包含有:压电薄膜 11;压力室 12;流路 13;吐出口 14;贯穿孔 15;流体(墨水)供给口 16;第一硅基板 17;玻璃基板 18;第二硅基板 19;弹性体 20;及各别电极 21(21a, 21b,...)。即,本实施形态的流体喷射装置系包含:由第一硅基板 17、玻璃基板 18 及第二硅基板 19 所成的层合体;压电体 11 及弹性体 20;及设在该压电膜 11 上的各别电极 21。

在第一硅基板 17 上设有:相对于各别电极 21 的位置各别地设置的贯穿孔即压力室 12;与压力室 12 导通且加工至厚度方向的中途的深度的流路 13;及与流路 13 导通的贯穿孔即流体供给口 16。流路 13 采用一种在中途愈离开压力室 12 开口面积愈大的形状(以图 1 的虚线表示)。又,图 1 中主要表示一组各别电极、压力室、吐出口等。流体喷射装置一般由同一构成的多个组的各别电极、压力室、吐出口所构成。图 1 中各别电极 21 系表示 21a 及 21b 二组。

其次,接合第一硅基板 17 与玻璃基板 18,通过此将压力室 12 及流路 13 留下一部分并密封。在对应于玻璃基板 18 的压力室 12 的部分分别设有贯穿孔 15。另外,与在第二硅基板 19 上贯穿孔 15 大致中央部对应地形成有一面积比贯穿孔 15 的开口部狭窄的吐出口 14。又,将玻璃基板 18 与第二硅基板 19 接合。在与压力室 12 的贯穿孔 15 相反侧的面上经弹性体 20 接合有压电薄膜 11。在压电薄膜 11 的表面设有各别电极 21,而在背面也设有各别电极(未图示)。

从流体供给口 16 流入的液体系填充在流路 13、压力室 12、贯穿孔 15 中,而停滞在吐出口 14 附近。当以此状态将电压施加于压电薄膜 11 两面的两极间时,压电薄膜 11 及弹性体的层合体则产生弯曲变形。如弹性体 20 为薄电材料,便与压电体的背面电极导通,并通过在弹性体 20 与各别 21 间外加电压而产生弯曲变形。又,通过选择外加电压的各别电极 21 的场所,可仅在任意部位产生变形。而且由于压电薄膜 11 及弹性体 20 的层合体的弯曲而推压压力室 12 内的流体,相应于推压量从吐出口 14 喷射流体。

一般而言,压电薄膜 11 使用具有高压电常数的  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  (PZT 系)材料等。此材料的薄膜例如可在压电薄膜用基板  $\text{MgO}$  上以一定条件通过由溅射法加以成膜而得。通过将压电薄膜用基板  $\text{MgO}$  浸渍于磷酸等中加以蚀刻,可容易地仅得到压电薄膜 11 的薄膜。

吐出口 14 的形状影响到流体的喷射速度和面积等，是喷墨等方面决定印字性能的重要要素。吐出口 14 的开口面积小虽可实现更细的印字，但其与压力室的面积差过大则损失增大而无法进行良好的吐出。故在玻璃基板 18 上设置贯穿孔 15，且通过在贯穿孔 15 中形成一从压力室朝向吐出口减少面积的圆锥以减轻损失。另外，如采取该构成，与只设置锥形孔相比更易于控制吐出口的形狀，可形成更微细且均匀形状的吐出口。

在此，推压时压力不仅传递给吐出口 14，且也传递至流路 13 侧，以致有流体倒流的情况。故在流路 13 设置一朝向压力室 12 且开口面积变为狭窄的圆锥，通过此增加对于倒流的阻力而使吐出更良好地进行。又，通过在流路 13 中设置面积狭窄部分，也可期待同样的效果；且将流路 13 的狭窄部分作成吐出口 14 的面积 0.5 倍~1.5 倍，通过此可防止倒流并进行良好的吐出。

又，如果采用溅射法，可轻易获得数微米厚度的压电薄膜 11，与以往相比为薄型。如果压电薄膜 11 的厚度变薄，由于本身的刚性则降低而易于获得更大的弯曲，且在同一弯曲方面其偏斜量较薄者小，从而增加对于重覆荷重的可靠性。因此，压电材料的薄型化，可使激励器部小型化及使吐出口 14 的面积变小，进而有助于密度的增加，及有助于进一步提高图像品质。

压电薄膜 11 的厚度过薄将招致驱动力的不足；反的，若要通过薄膜技术来获得厚材料，将招致溅射时间的增加并造成效率的恶化。为此，压电薄膜 11 的厚度为 7 微米以下在驱动力及成膜成本上较为妥当。激励器若是只压电薄膜 11 时并不会弯曲变形，所以有必要与其他弹性体 20 作成层合构造。虽从作为弹性体 20 作用且具有导电性的观点来看宜使用不锈钢等的金属材料，但弯曲变形时的中立面将根据两者的厚度及材料的刚性改变。中立点愈离开界面，界面的偏斜愈增加并产生剥离的危险性；而如为压电体内部，将降低驱动效率。因此，为了使中立点的位置为界面附近而将两者的厚度关系作成：金属材料的弹性体与压电体的厚度相比为相等或其以下。

由于压电材料仅在各压力室能加以驱动即可，故在邻接压力室的隔壁部并不需要形成压电材料。不如说通过分割成各压力室单位可防止邻接压电体彼此间的干扰，且在接合作业时和驱动时可回避压力加上压电材料，故可防止压电材料的裂痕。

图 2 为一表示分割压电材料的工法的一例的截面图。

首先，如图 2A 图所示，通过溅射在压电薄膜用基板 MgO 24 上层叠各别电

极用材料 23、压电薄膜 22。其次，通过选择蚀刻来除去各别电极用材料 23 及压电薄膜 22，以分割成各别电极 23a、23b、23c、及压电薄膜 22a、22b、22c(图 2B)。接着形成由铬等的金属材料构成的弹性体 28，并在其上涂布聚酰亚胺等的树脂材料 25(图 2C)。接着，在通过选择蚀刻来除去分割部位即各别电极用材料 23 及压电薄膜 22 的部位，接合硅基板 27，以使压电薄膜 22a、22b、22c 仅配置在压力室 26a、26b、26c。最后将压电薄膜用基板 MgO 浸渍于磷酸中加以除去(图 2D)。其结果，通过树脂材料 25 来加强分割部位，而且树脂材料 25 因刚性低而对于驱动影响不大。

采用以上的构成，可实现一种从基板平面的任意吐出口吐出流体的流体喷射装置。

其次示出装配工序的一例。图 3A~3E、图 4A~4E、图 5A~5D 为表示本发明流体喷射装置的装配工序的剖面图。

图 3A~3E 系表示第一硅基板 31 的加工方法的一例。在图 3A 所示的第一硅基板 31 的两面涂布抗蚀剂层 32a、32b，使用照相平版印刷工法在给定的位置形成图案(图 3B)。此时按照对应于各压力室 34 和流路 33 等的位置及形状形成图案。

其次，通过 RIE(Reactive Ion Etching: 反应离子蚀刻)从抗蚀剂层 32b 侧蚀刻 Si。而在向基板厚度方向为给定深度的位置停止蚀刻，仅向单面开口形成流路 33(图 3C)。接着从抗蚀剂层 32a 侧进行蚀刻，形成与流路 33 导通的贯穿部。通过此形成压力室 34 及流体供给口 35(图 3D)。最后，剥离抗蚀剂层 32a、32b，完成第一硅基板 31 的加工(图 3E)。

图 4A~4E 系表示玻璃基板 41 与第二硅基板 44 的加工方法的一例。

首先，在基板 41 的两面涂布抗蚀剂层 42a、42b，并只在 42a 侧对应于压力室的位置形成图案(图 4A)。其次，通过喷砂工法从抗蚀剂层 42a 侧喷射磨砂粒，加工玻璃基板 41 并形成贯穿孔 43(图 4B)。此时，贯穿孔 43 系形成从磨砂粒喷射侧朝向贯穿侧变窄的圆锥。又，抗蚀剂层 42b 具有用来防止因磨砂粒而损伤背面侧的作用。

接着，在剥离抗蚀剂层 42a、42b 的后，直接接合第二硅基板 44 与玻璃基板 41，而在第二硅基板 44 上形成抗蚀剂层 45 的图案，此抗蚀剂层系用来与各压力室对应地形成吐出口 46(图 4C)。

直接接合系在不使用树脂等的中间物、且也不使用如阳极接合等那样的高

电压下，仅通过基板洗净及加热来接合各基板的方法。例如，用硫酸过水等来洗净表面平坦性良好的玻璃及硅，乾燥后加以重叠。

如此后两基板加压，可获得大致上的吸附，进而通过几百度的加热处理使两基板间的接合强度上升。该手法系通过基板材料、洗净条件、加热条件的最适合化而获得极高的强度。例如在玻璃基板彼此的接合中，能见到非在剥离试验的结果界面的基板内引起破坏的模式看出。因此，与使用树脂等的场合相比，更不需要担心如黏接层中所见的经时性劣化（老化）和因与流体的接触而引起的劣化等，可获得高可靠度。再者，由于只是洗净及加热的工序，故工序简单。此后，通过 RIE 对于第二硅基板施行蚀刻加工（图 4D），并剥离抗蚀剂层，完成作业（图 4E）。

采用图 4A~4E 所示的方法，两方的贯穿孔的定位将变成容易；又，由于因接合而增加厚度，所以易于处理，可使用更薄的第二硅基板，进而可高精度且均匀地形成一对于吐出性影响颇大的第二硅基板的吐出口用贯穿孔。

图 5A~5D 为截面图，系表示加工后的第一硅基板 56、玻璃基板 57 及第二硅基板 58 的接合体，及贴合压电薄膜 59（包含弹性体）的工序。

首先，将按照所述图 3A~3E 施行的加工完成的第一硅基板 56、按照图 4A~4E 加工的第二硅基板 58 与玻璃基板的接合体（图 5A），经与所述同样的手法进行直接接合（图 5B）。此时，事前进行压力室 51 与贯穿孔 54 的位置对准。此后，在压力室 51 上部贴合一在 MgO 等的压电薄膜用基板 60 上成膜的压电薄膜 59（包含弹性体）（图 5C）。最后除去压电薄膜用基板 60 并完成作业（图 5D）。若压电薄膜用基板 60 为 MgO 时，可通过浸渍于磷酸液等除去。

采用上述方法，可通过微细加工技术来进行高精度且高效率的加工，且接合工序也简易，可靠性也高。另外，若使用喷砂工序，则特别可快速地进行玻璃等脆性材料的加工，且贯穿孔的形状自动具有均匀的圆锥，所以可形成适于流体吐出的形状。另外，所述加工可通过图案设计来加工各种形状，设计范围宽广。

另外，在上述第一硅基板 56 的加工方法中的流路形成方法中虽沿厚度方向形成给定深度沟槽槽槽，但也有将贯穿部形成在流路部的其他方法，现说明如下。

图 6A~6F 系表示第一硅基板 61 的加工及装配方法的截面图。

在图 6A 图所示的第一硅基板 61 上涂布第一抗蚀剂层 62 以进行图案形成（图

6B 图)。此时,在给定的位置进行图案形成,以使流路 63、压力室 64、流体供给口 65 成为可加工状态。其次,通过由 RIE 等的手法贯穿形成流路 63、压力室 64、流体供给口 65 的全部(图 6C)。除去第一抗蚀剂层 62 以后,直接接合密封用玻璃基板 66,进而涂布第二抗蚀剂层 67,进行图案形成(图 6D)。此后,通过喷砂来进行对应于压力室 67 及流体供给口 65 部分的加工,形成分别导通于压力室 64 及流体供给口 65 的第一玻璃贯穿孔 68、第二玻璃贯穿孔 69(第 6E 图)。此时,若需要从喷砂保护第一硅基板 61 时,在两面设抗蚀剂层也可。或者,也可将贯穿前停止借助喷砂的加工代的用氟化氢铵等来蚀刻残留部分的玻璃以形成玻璃贯穿孔。最后,剥离第二抗蚀剂层 67 并完成作业(图 6F)。

图 12 中表示从基板表面看的用该方法加工的第一硅基板的形状。如图所示,连接压力室 64 与供给口 65 的流路 63 形成为愈接近压力室愈变窄。这是如前所述为了增加对于流体倒流的阻止以使吐出更佳。

采用该方法,第一硅基板 61 的加工并不需要如图 3A~3E 那样进行二次,进行一次具有良好的效率,且流路 63 的形状也依第一硅基板 61 的厚度而定,故可形成均匀的形状。加上压力室的空洞部分可增加密封用玻璃基板 66 部分的厚度,可使更多的流体充填于压力室内,有助于吐出条件的最适合化。由于硅基板的厚度大,无法进行良好的贯穿加工,所以在其意义上也非常有效。

而且由于通过图 6 所示的工序密封流路 63 的一侧,所以与图 5 所示例一样可实施与其它要素的贴合工序。另外,在图 6 所示例方面,虽直接接合玻璃基板及硅基板后进行玻璃基板的加工,但与的同样的方法也可在其他工序中同样地实施。

参照图 13 作为一例来说明形成流路部的其他方法。将已通过喷砂形成有贯穿孔 54 的玻璃基板 57(图 13A)与第一硅基板 61 直接接合(图 13B)。其次,在第一硅基板 61 上涂布抗蚀剂层 62 并进行图案形成(图 13C)。在此,将抗蚀剂层平面地制作图案成图 12 所示的形状。其后,通过由 RIE 总括地加工对应于压力室及流体供给口的贯穿孔 64、65 及流路用贯穿孔 63(图 13D),然后除去抗蚀剂层 62,完成作业(图 13E)。

采用该方法,因基板的总厚度增加而提高强度,故可防止工序中造成的损坏。又,由于易受垃圾及污脏影响的直接接合最初进行,其后的工序不会受到影响。另外,由于直接接合,而较的使用树脂等的接合更不需要考虑蚀刻等时的对于界面的浸蚀。再者,由于玻璃基板与第一硅基板接合之后进行第一硅基

板的加工，所以贯穿孔等的定位容易，且因板厚的增加而不易产生裂痕。又，由于第一硅基板的蚀刻在与玻璃基板的接合面受到阻碍，所以可均匀地控制沟槽槽部的贯穿侧的形状，可形成高均匀性的流路。

另外，即使在本实施例的最初方法(图 3A 图~图 5D)中，也可施行如下的加工法。在第一硅基板 31 上涂布抗蚀剂层 32a、32b 后，进行图案形成(图 14A)。用 RIE 沿硅基板 31 的厚度方向加工到中途为止，通过此形成流路 33(图 14B)。其次，与已通过喷砂形成有贯穿孔 54 的玻璃基板直接接合(图 14C)。在第一硅基板 31 上涂布抗蚀剂层 32c，并进行图案形成(图 14D)。其次通过 RIE，于第一硅基板 31 上形成对应于压力室及流体供给口的贯穿孔 34、35(图 14E)。采用该方法，则由于可一面参照玻璃基板 57 的贯穿孔 54，一面进行第一硅基板 31 的贯穿孔 34 的加工的定位和大小的控制，因而精度高且容易。在第一硅基板 31 与玻璃基板 57 的接合部方面，由于材质各异而蚀刻速也不同，可正确地停止贯穿孔 54 的加工，贯穿孔形状的均一性良好。

与此相同，如图 7 所示，接合玻璃基板 71 与第二硅基板 72 时的情况相同，也可将两者直接接合后加工两者的贯穿孔。

另外，通过由研磨使第二硅基板 72 成为薄板，通过此可完成更微细且精密的加工。图 7A~7D 为表示包含有通过研磨使第二硅基板 72 变薄时的工序的一例的截面图。

与前例一样，直接接合玻璃基板 71 与第二硅基板 72 (图 7A)。此后，研磨第二硅基板 72 使厚度减少(图 7B)。接着，与所述一样通过喷砂、RIE 等形成贯穿孔 73 及吐出口 74(图 7C、7D)。如第二硅基板 72 的厚度较厚，加工则费时，加上易产生加工偏差而不易获得均匀的孔，更难以加工既微小且深的贯穿孔。

因此，虽说第二硅基板 72 的厚度薄些较为理想，但在硅单板中，从工序的处理上及加工成品率的观点却有限制。因此通过与玻璃基板直接接合以增加刚性，使研磨作业变为容易。另外，研磨后可直接进入下一工序。虽为了实现更高的吐出高密度的流体喷射装置而需要将吐出口径小型化至大约几十微米以下，但如将硅板厚也同样缩小到 50 微米以下，则可形成更小型、高密度且均匀形状的吐出口。另外，由于待两基板的接合后进行玻璃基板及第二硅基板的贯穿孔的加工，而不需要接合时的定位，且在加工前即已接合，所以在加工中不会损坏接合面，也不会粘附污脏，具有可获得良好接合的作用。

毋庸置疑，如研磨时没有问题，则也可在玻璃基板设贯穿孔后进行直接接合、研磨，可获得同样效果。

加以由喷砂所加工的贯穿孔如前所述具有开口面积从磨砂粒喷射侧朝向贯穿侧缩小的圆锥形状。因此，虽受磨砂粒的大小和喷射速度等的若干影响，但只要将玻璃的板厚及磨砂粒喷射侧的直径(抗蚀剂层的开口直径)作成均一，也就决定了贯穿侧的开口直径。因此，通过选择玻璃板厚及磨砂粒喷射侧的直径以便贯穿侧的直径稍大于吐出口径，能均匀地加工最适合的形状。如前所述，为了与几十微米以下的吐出口对应，若为 0.8mm 以下的玻璃基板时，将磨砂粒喷射侧的直径设为  $r_g$ ，并将贯穿侧的直径设为  $r_s$  时的玻璃基板的厚度大致为  $1.2 \sim 1.9 \times (r_g - r_s)$  的条件。

## 第二实施形态

图 8 为一表示第二实施形态的流体喷射装置的截面立体图。

在图 8 中，硅基板 86、第一玻璃基板 87、第二玻璃基板 88，系通过第一实施形态中所述的直接接合加以接合而成为层合构造。硅基板 86 系通过 RIE 等手法设有向基板端面部开口的吐出口 84(84a、84b)、与其导通且贯穿的压力室 82、及成为流体供给口 85 的一部分的贯穿部。又，在第一玻璃基板 87 中也设有贯穿部，贯穿部的一部分则与压力室 82 导通而形成流路 83，另一部分构成流体供给口 85 的一部分。

在压力室 82 的正上面接合有压电薄膜 81 与弹性体 89 的层合体，该压电薄膜 81 上设有各别电极 90(90a、90b)。各压力室 82 与流路 83 系互相被分割而独立，与各压力室 82 对应地配置有各别电极 90a、90b。第二玻璃基板 88 系密封第一玻璃基板 87 的贯穿部的一方并形成流路 83 的一部分。流体则从流体供给口 85 经由流路 83 而填充于压力室 82；其后通过压电薄膜上外加电压时的变形推压流体并从吐出口 84a、84b 等喷射流体。

其次说明制造方法。

图 9A~9E 系表示硅基板的加工方法的截面图。

在图 9A 所示的硅基板 91 的两面涂布抗蚀剂层 92a、92b 并进行图案形成(图 9B)。其次，通过由 RIE 从一方的面加以蚀刻进行浅加工并形成吐出口 93(图 9C)。接着从另一方的面进行贯穿加工并形成压力室 94 及流体供给口 95。此时将吐出口 93 及压力室 94 作成一部分导通的结构(图 9D)。最后，剥离两面的抗蚀剂层而完工(图 9E)。

图 10A~10F 系表示全体的装配方法的截面图。

如图 9A~9E 所示, 通过由喷砂对于已加工完成的硅基板 101(图 10A)进行贯穿加工并直接接合已设有流路 106 的第一玻璃基板 105(图 10B)。此时, 将流路 106 设成导通于压力室 103 及流体供给口 104, 且在吐出口 10 侧直接接合。进而直接接合第二玻璃基板 107 及第一玻璃基板 105 并密封流路 106 的一侧(图 10C)。

其次, 与第一实施形态同样地将设在 MgO 基板 110 上的压电薄膜 108 与弹性体(图 10D)接合并浸渍于磷酸水溶液以除去 MgO 基板 110(图 10E)。最后, 当分割三片基板的层合体时, 在与吐出口 102 长度方向垂直方向进行切块等, 使吐出口 102 向外部开口而完成作业(图 10F)。

还有, 吐出口 102 的形状虽是决定流体吐出能力的重要因素, 但吐出口 102 为微细时, 因通过上述切块等分割时产生切屑而可能损坏形状。作为回避此形状损坏的一例, 首先在借助硅基板的蚀刻加工形成吐出口前, 在吐出口位置预先切断硅基板, 以便在吐出口形成后不进行加工。又, 若因切断而产生晶圆处理上的问题时, 有不完全切断吐出口部分而使切入量至中途等方法。例如, 如图 15A 图中的硅基板的截面形状及图 15B 的从下观看硅基板的俯视图所示, 有预先在硅基板 101 中形成凹型部分 130 并与之垂直地形成吐出口用沟槽槽 102, 在全体分割时, 用比所述凹部狭窄的刀片等沿切断线 140 切断而吐出口则在切断时不施加加工等方法。又, 在图 15A~15B 中, 103 为压力室, 104 为供给口。由此, 在硅基板形成沟槽槽的同时形成所有吐出口, 在吐出口部分由于其后不需要加工, 所以可保持吐出口的均匀状态而不损及吐出性能。

又, 本发明的所有实施形态由于具有全部可由平板构件的层叠形成等的特征, 所以易于微细加工, 且可实现构造的微细化。并可采用将图 9 或 15 所示的单位构造作成在大面积的硅基板上形成多个矩阵状, 并在第一及第二玻璃基板上也同样造作多个单位构造, 如图 10 所示将它们接合、其后各别地加以切断等的方法。因此, 可一次制造大量流体喷射装置而具有高效率。

采用上述本实施形态的方法, 除了可一样获得第一实施形态所述的微细加工及直接接合、压电薄膜的效果以外, 更可形成从端面喷射等的不同形态的流体喷射装置。采用该方法可通过抗蚀剂层图案来任意进行吐出口的设计, 大大有助于形状的最适化。吐出口的面积仅加工的宽度及深度量, 可容易以良好的均匀性地微细地设定。再者, 若第一玻璃基板的流路并不贯穿而能半蚀刻时,



只通过一次的直接接合即可实施而不需要第二基板，可进一步削减工序。

#### 产业上的可利用性

如上所述，依照本发明，通过使用硅及玻璃的微细加工技术及压电薄膜，可形成更小型且具有高密度的流体喷射装置。另外，由于从平板状基板的两方向的加工及层合，能以多个一体形成，生产效率非常良好，设计的自由度也大。此外，各基板间的接合为直接接合，所以不需要使用粘接材料，易于工序管理，还可消除从流体密封方面的长期可靠性的劣化因素。

其结果，可实现喷墨型打印机的按指令方式喷墨头的高密度化、高可靠性化、低价格化。

# 说明书附图

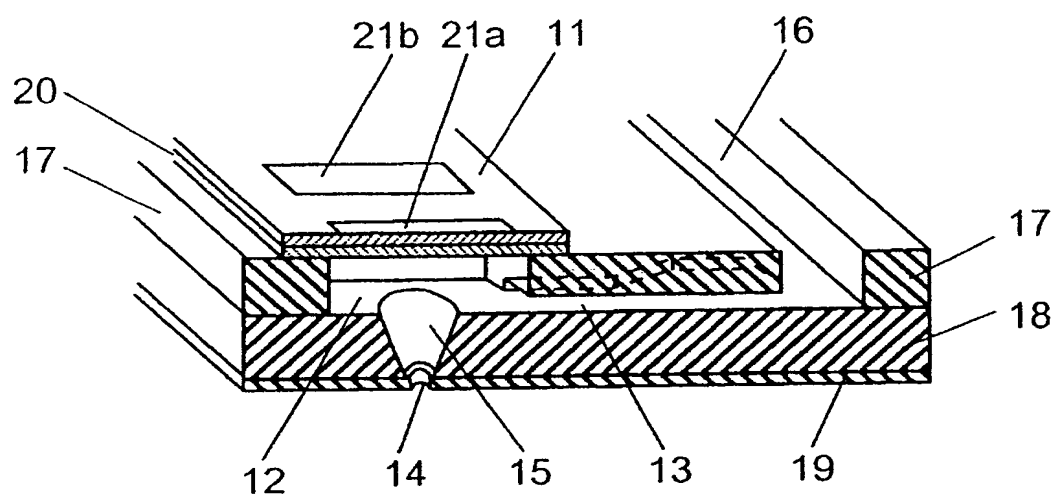


图 1

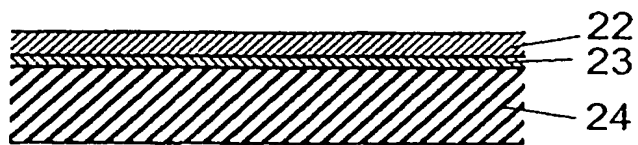


图 2A

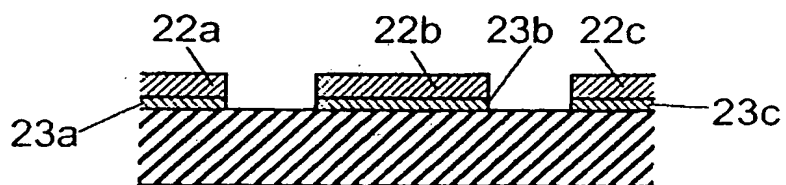


图 2B

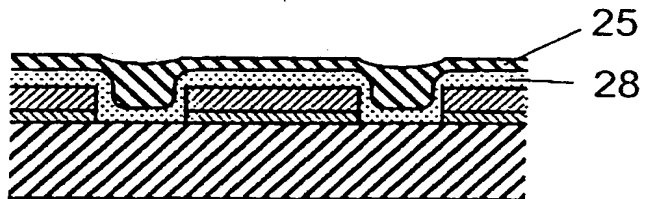


图 2C

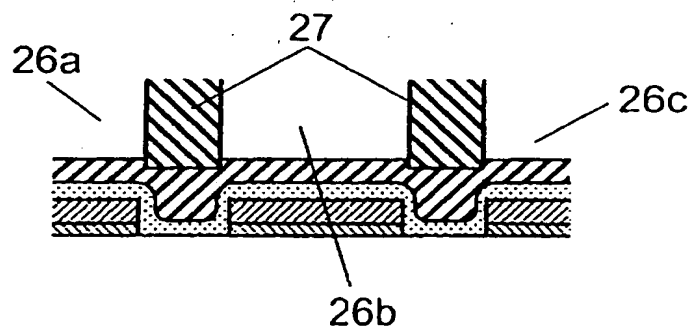


图 2D

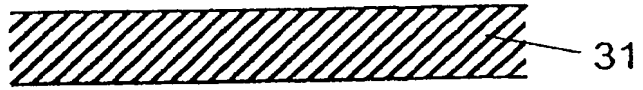


图 3A

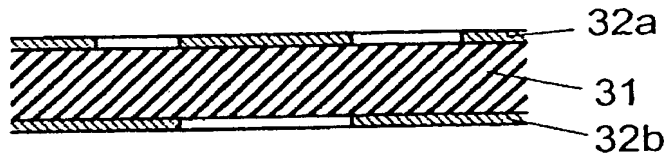


图 3B

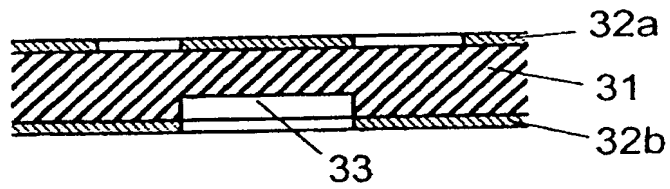


图 3C

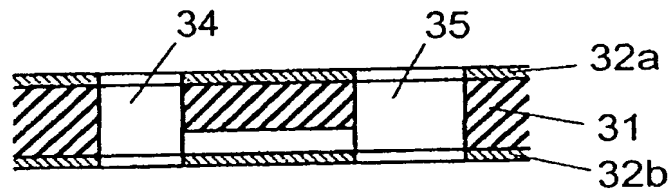


图 3D

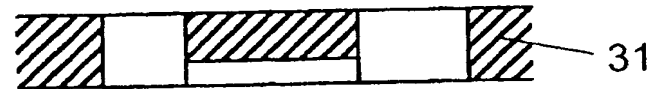


图 3E

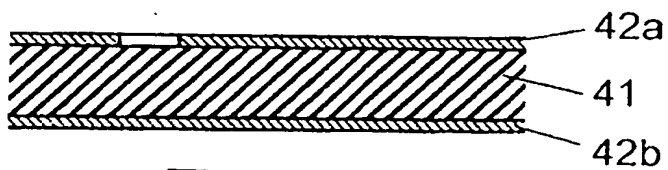


图 4A

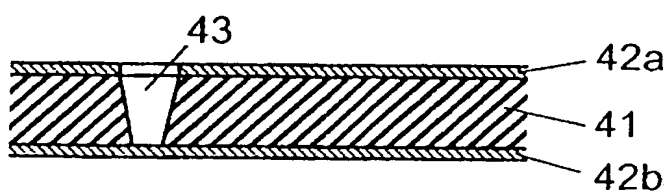


图 4B

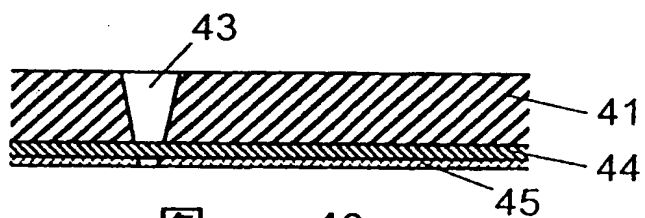


图 4C

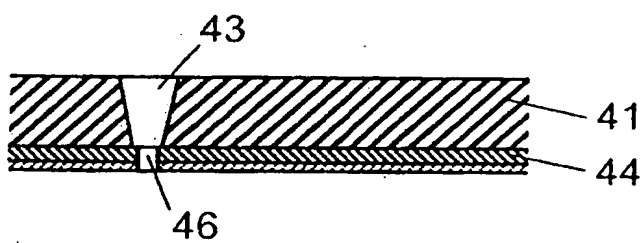


图 4D

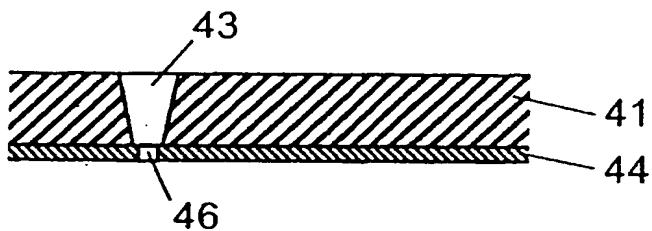


图 4E

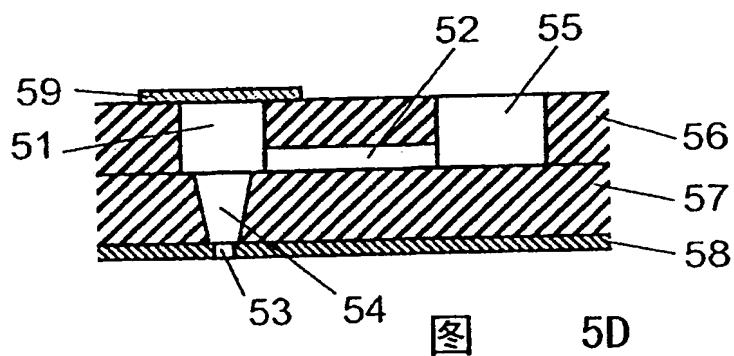
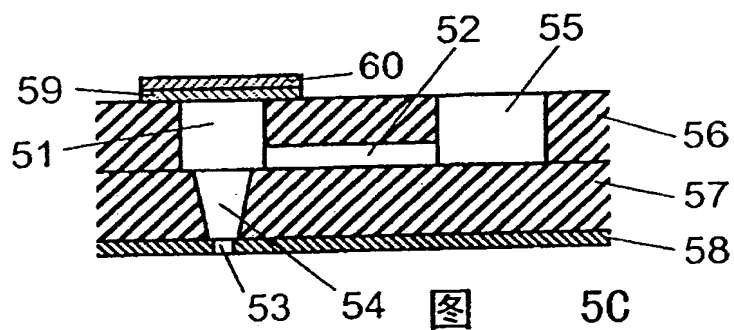
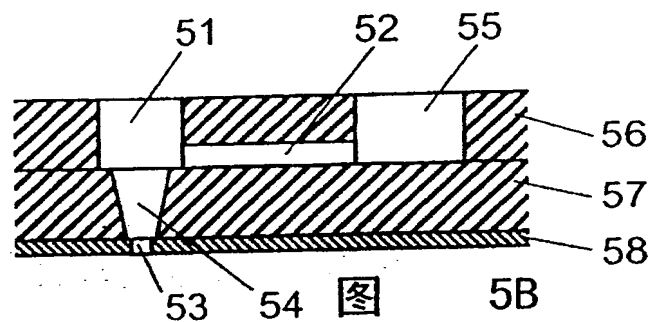
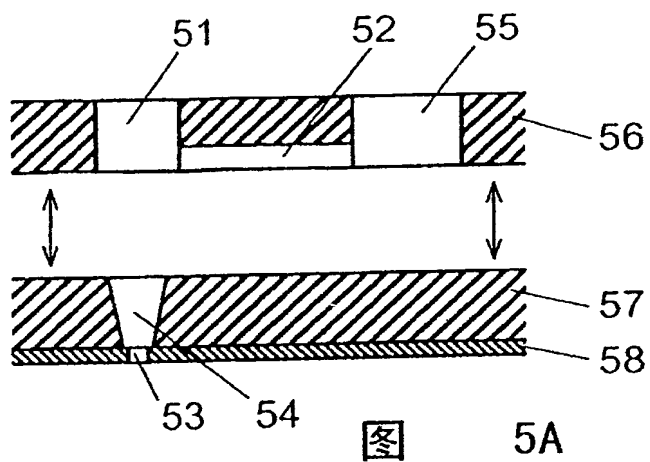




图 6A



图 6B

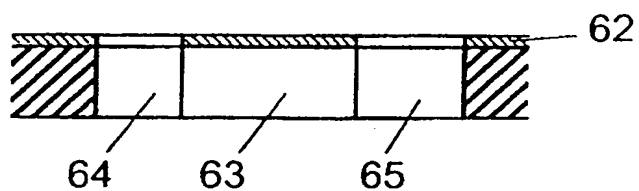


图 6C

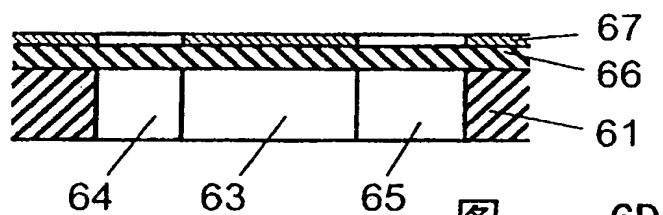


图 6D

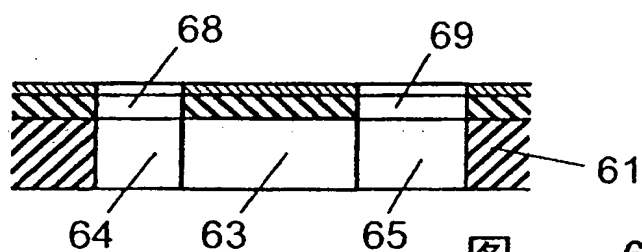


图 6E

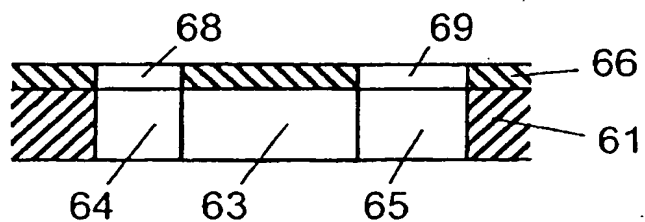


图 6F

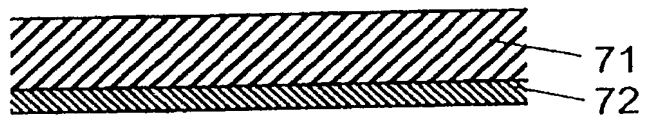


图 7A



图 7B

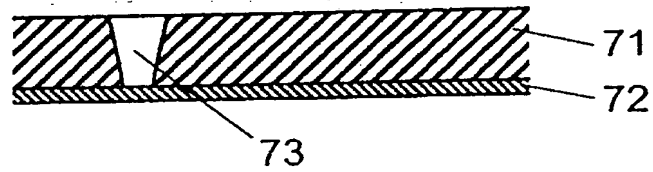


图 7C

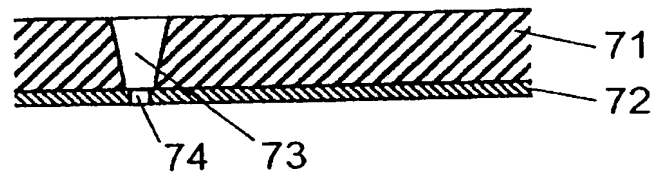


图 7D



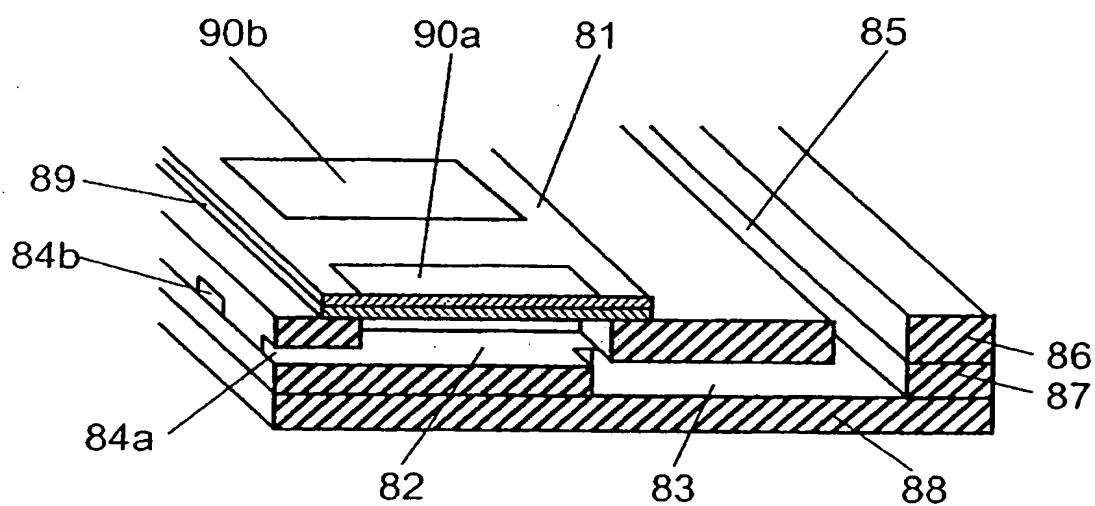


图 8

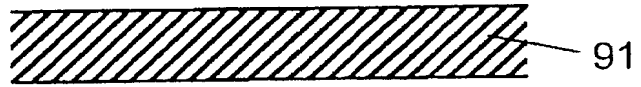


图 9A

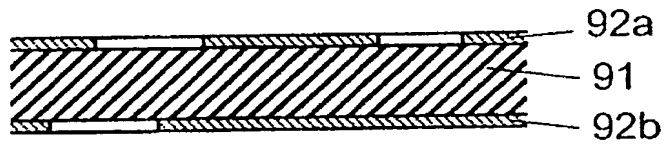


图 9B

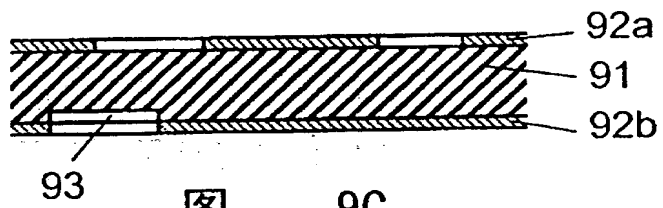


图 9C

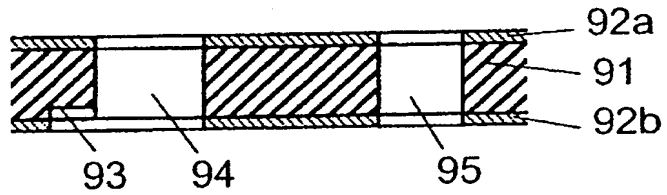


图 9D

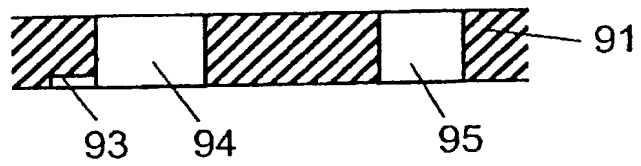
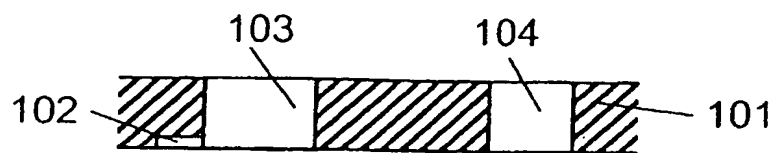
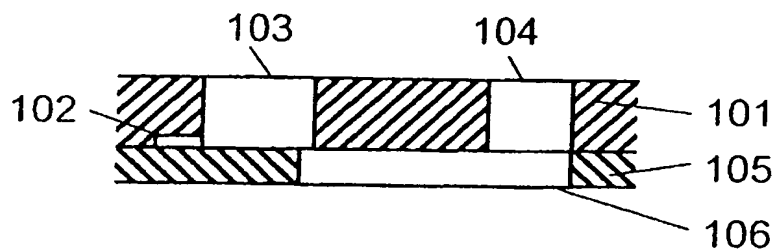


图 9E



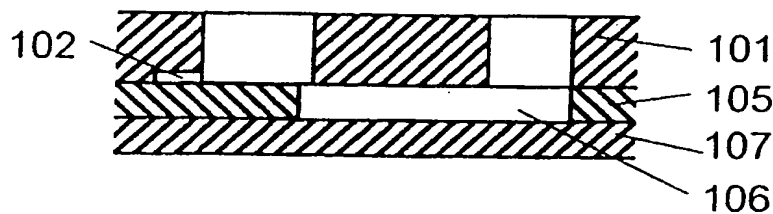
图

10A



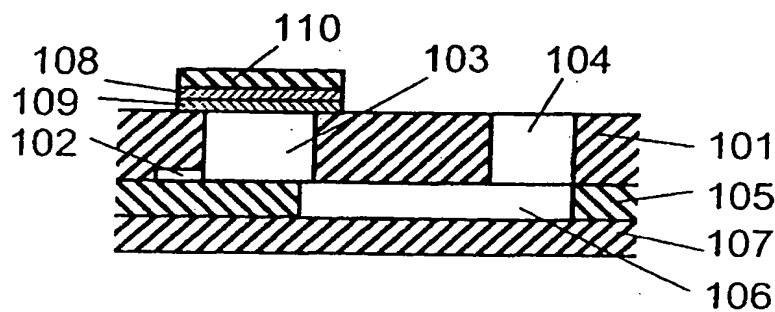
图

10B



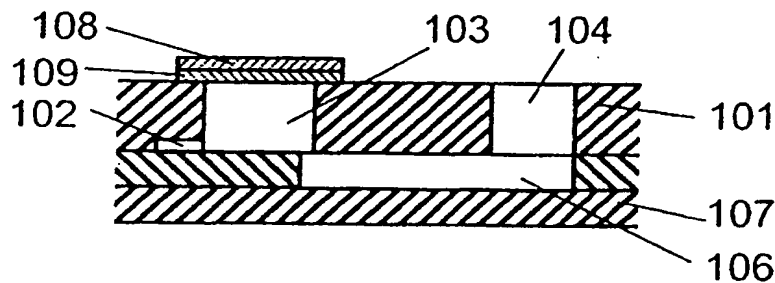
图

10C



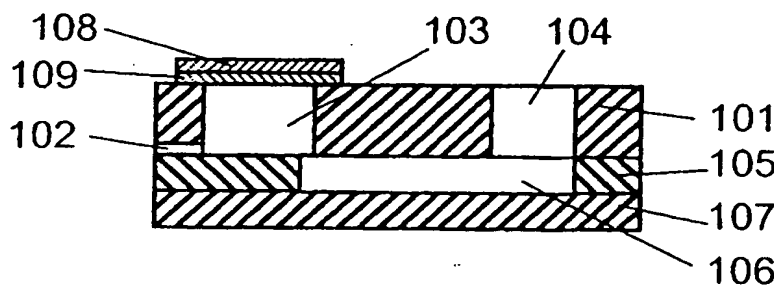
图

10D



图

10E



图

10F

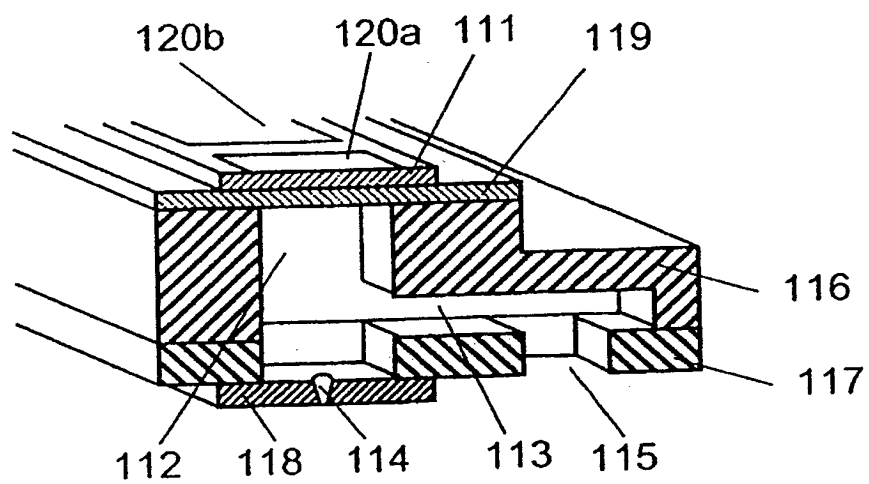


图 11

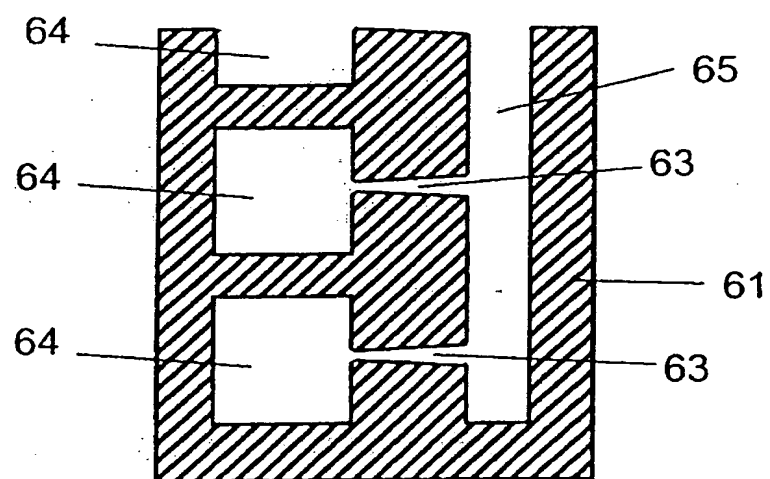


图 12

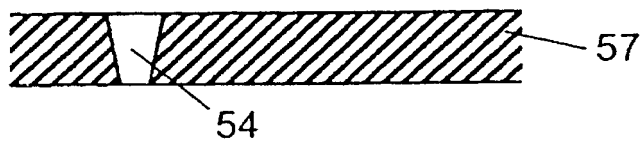


图 13A

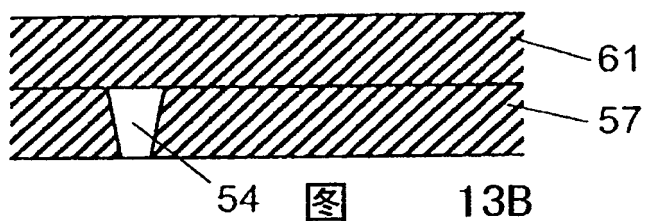


图 13B

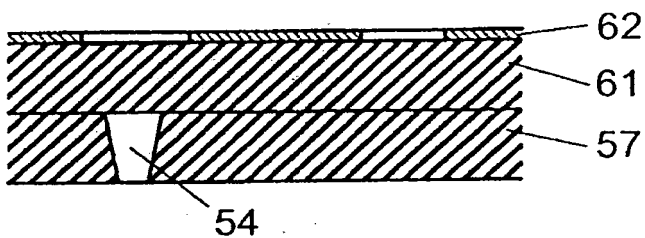


图 13C

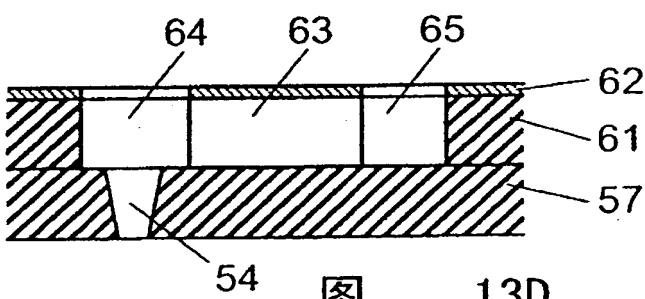


图 13D

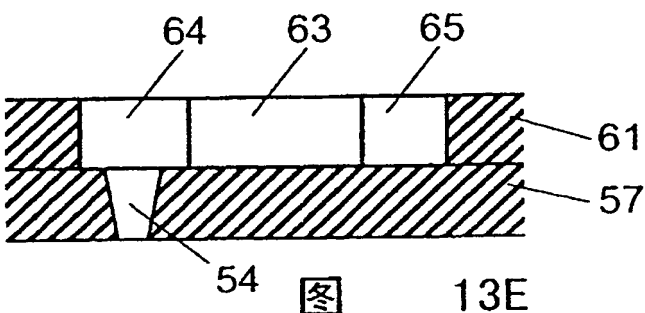


图 13E

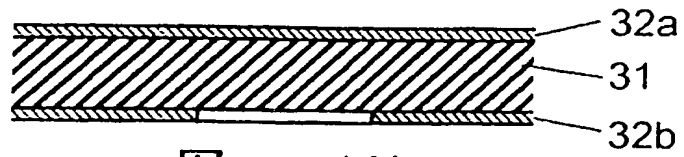


图 14A

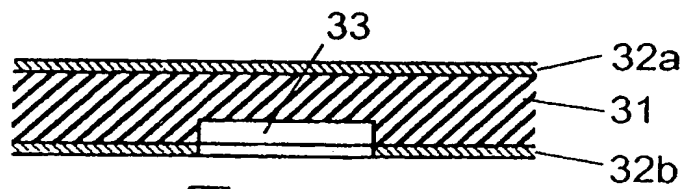


图 14B

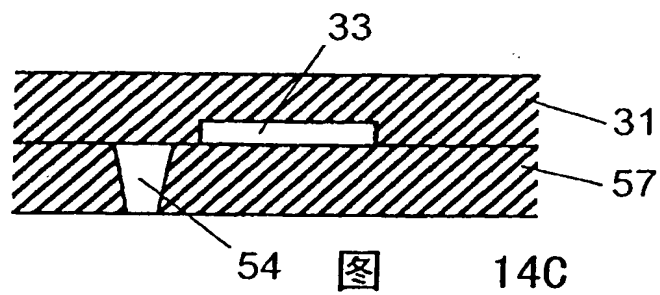


图 14C

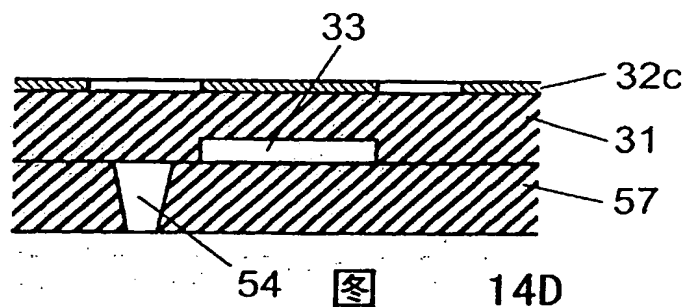


图 14D

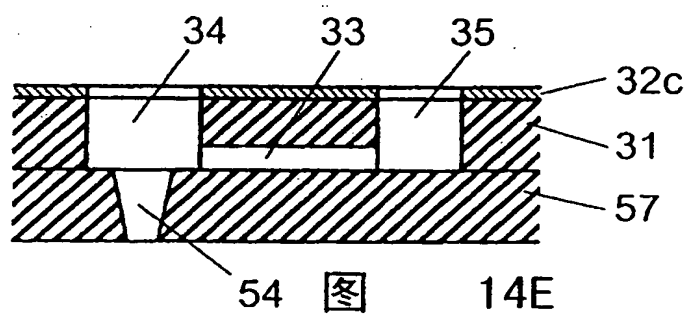


图 14E

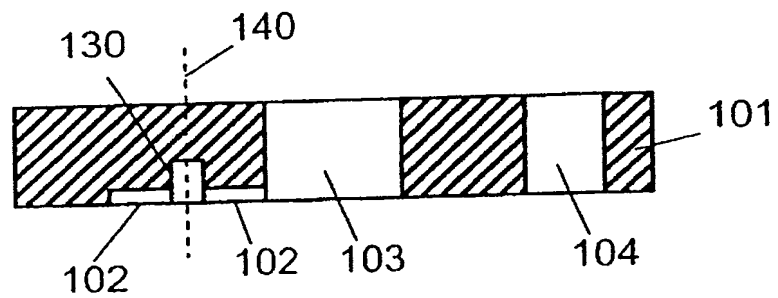


图 15A

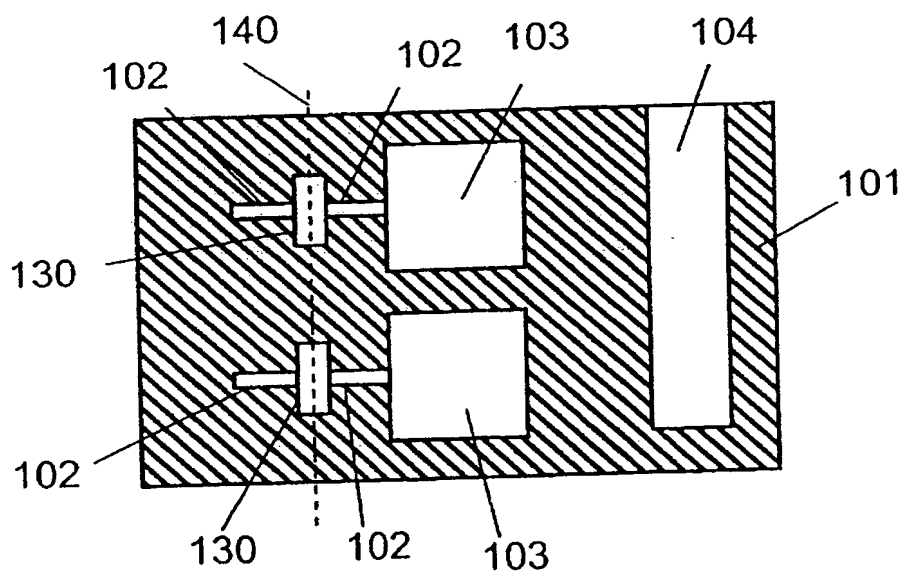


图 15B



## 附图标号一览表

- 11、22、59、81、108…压电薄膜
- 12、34、51、64、82、94、103…压力室
- 13、33、52、63、83、106…流路
- 14、46、53、74、84a、84b、93、102…排出口
- 15、43、54、73…贯穿孔
- 16、55、65、85…流体供给口
- 17、56、61…第一硅基板
- 18、57…玻璃基板
- 19、58…第二硅基板
- 20、28、89、102…弹性体
- 21…各别电极
- 23…各别电极用材料
- 23a、23b、23c、90a、90b…各别电极
- 24、60、110…压电薄膜用基板 MgO
- 25…树脂材料
- 26a、26b、26c…压力室
- 27、86、91、101…硅基板
- 32a、32b、42a、42b、45、62、67、92a、92b…抗蚀剂层
- 41、71…玻璃基板
- 44、72…第二硅基板
- 62…第一抗蚀剂层
- 66…密封用玻璃基板
- 67…第二抗蚀剂层
- 68…第一玻璃贯穿孔
- 69…第二玻璃贯穿孔
- 87、105…第一玻璃基板
- 88、107…第二玻璃基板
- 130…凹型部分
- 140…切断线

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**